

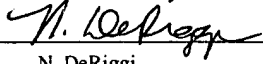


PATENT
Docket No. 325772025500

7
Lipos
E. Kalo

CERTIFICATE OF HAND DELIVERY

I hereby certify that this correspondence is being hand filed with the United States Patent and Trademark Office in Washington, D.C. on March 4, 2001.


N. DeRiggi

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of:

Kyoko NAKAMURA et al.

Serial No.: 09/989,653

Filing Date: November 21, 2001

For: COMPUTER-READABLE
RECORDING MEDIUM STORING
RESOLUTION CONVERTING
PROGRAM, RESOLUTION
CONVERTING DEVICE AND
RESOLUTION CONVERTING
METHOD

Examiner: not assigned

Group Art Unit: not assigned

PE

CLAIM FOR PRIORITY

Box PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing of Japanese Patent Application No. 2000-368842, filed December 4, 2000.

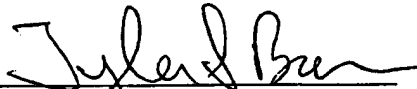
The certified priority document is attached to perfect Applicants' claim for priority.

It is respectfully requested that the receipt of the certified copy attached hereto be acknowledged in this application. In the event that the transmittal letter is separated from this

document and the Patent Office determines that an extension and/or other relief is required, applicant petitions for any required relief including extensions of time and authorizes the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to Deposit Account No. 03-1952 referencing 325772025500.

Dated: March 4, 2002

Respectfully submitted,

By: 
Tyler S. Brown
Registration No. 36,465

Morrison & Foerster LLP
2000 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20006-1888
Telephone: (202) 887-1594
Facsimile: (202) 263-8396



09/989,653

本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-368842

出 願 人

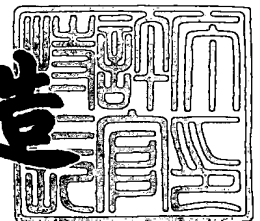
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

2001年10月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092234

【書類名】 特許願

【整理番号】 1001741

【提出日】 平成12年12月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 3/40

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミ
ノルタ株式会社内

【氏名】 中村 恭子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミ
ノルタ株式会社内

【氏名】 長谷川 弘

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100096792

【弁理士】

【氏名又は名称】 森下 八郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体、解像度変換装置および解像度変換方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の画像に統計処理を施して生成されたモデルを用いて解像度を変換する解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、

解像度の異なる複数のモデルを用意するステップと、

入力された画像を受信するステップと、

前記入力された画像の解像度レベルを検出するステップと、

前記入力された画像の特徴パラメータを取得するために前記検出された解像度レベルに応じたモデルに前記入力された画像を射影するステップと、

前記特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルに前記取得された特徴パラメータを用いて画像を生成するステップとをコンピュータに実行させるための解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 2】 解像度の異なる複数のモデルを用意する前記ステップは、統計処理を施して生成されたモデルを解像度変換するステップを有する、請求項 1 に記載の解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 3】 解像度の異なる複数のモデルを用意する前記ステップは、複数の画像それぞれを解像度変換し、各解像度の画像について統計処理を施してモデルを生成するステップを有する、請求項 1 に記載の解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 4】 前記画像生成ステップは、前記検出された解像度レベルよりも解像度の高いモデルで画像を生成する、請求項 1 に記載の解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 5】 前記複数の画像は、人の顔の画像である、請求項 1 に記載の解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 6】 前記入力された画像から顔領域を抽出するステップと、
前記入力された画像の解像度を変換するステップと、

前記解像度変換された画像と前記生成ステップにより生成された画像とを合成するステップとをさらに含む、請求項 5 に記載の解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 7】 解像度の異なる複数のモデルを用意する手段と、
 入力された画像を受信する受信手段と、
 前記入力された画像の解像度レベルを検出する検出手段と、
 前記入力された画像の特徴パラメータを取得するために前記検出された解像度レベルに応じたモデルに入力された画像を射影する射影手段と、
 前記特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルに前記取得された特徴パラメータを用いて画像を生成する画像生成手段とを含む、解像度変換装置。

【請求項 8】 複数の画像に統計処理を施して生成されたモデルを用いて解像度を変換する解像度変換方法であって、
 解像度の異なる複数のモデルを用意するステップと、
 入力された画像を受信するステップと、
 前記入力された画像の解像度レベルを検出するステップと、
 前記入力された画像の特徴パラメータを取得するために前記検出された解像度レベルに応じたモデルに前記入力された画像を射影するステップと、
 前記特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルに前記取得された特徴パラメータを用いて画像を生成するステップとを含む、解像度変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体、解像度変換装置および解像度変換方法に関し、特に、複数の画像に統計処理を施して生成されたモデルを用いて解像度を変換する解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体、解像度変換装置および解像度変換方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、取扱うことができる画像の解像度が異なる装置で互いに画像データを処理する場合、解像度を変換する必要があった。この場合、たとえば、線形補間や3次補間などの補間処理を画像データに施すことにより、解像度を変換することが行なわれている。

【0003】

また、解像度を変換する他の方法として、特開平7-152907号公報には、入力画像に対してウェーブレット成分を予測し、解像度を高くした拡大画像の高周波成分を補償する方法が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、線形補間や3次補間などの補間処理を画像に施す場合には、拡大前の画像の解像度、または、拡大前の画像に平滑化処理を施した画像の解像度のみしか得られないために、拡大された画像において画像中のエッジがぼけたり、がたつきが目立つといった問題があった。

【0005】

また、特開平7-152907号公報に記載の方法では、より解像度の高い画像に対応するウェーブレット成分を予測する必要がある。このウェーブレット成分を予測する場合には所定の学習処理の結果を利用しなければならず、学習処理の結果が画質に影響を及ぼすといった問題があった。

【0006】

この発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、この発明の目的の1つは、解像度を変換された画像の画質を向上させることが可能な解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体、解像度変換装置および解像度変換方法を提供することである。

【0007】

また、この発明の他の目的は、画像の解像度を容易に変換することが可能な解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体、解像度変換装

置および解像度変換方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するためにこの発明のある局面によれば、複数の画像に統計処理を施して生成されたモデルを用いて解像度を変換する解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、解像度の異なる複数のモデルを用意するステップと、入力された画像を受信するステップと、入力された画像の解像度レベルを検出するステップと、入力された画像の特徴パラメータを取得するために検出された解像度レベルに応じたモデルに入力された画像を射影するステップと、特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルに取得された特徴パラメータを用いて画像を生成するステップとをコンピュータに実行させるための解像度変換プログラムを記録する。

【0009】

この発明に従えば、解像度の異なる複数のモデルが用意される。入力された画像の解像度レベルに応じたモデルに入力された画像が射影されて入力された画像の特徴パラメータが取得される。そして、取得された特徴パラメータを用いて特徴パラメータの取得に用いられたモデルと異なるモデルで画像が生成される。このため、解像度が変換された画像の画質を向上させることが可能な解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することができる。

【0010】

好ましくは、解像度の異なる複数のモデルを用意するステップは、統計処理を施して生成されたモデルを解像度変換するステップを有する。

【0011】

この発明に従えば、解像度の異なる複数のモデルは、統計処理を施して生成されたモデルを解像度変換することにより生成される。解像度の異なるモデル間では、同じ特徴パラメータで生成される画像は解像度が異なるのみである。このため、1つのモデルから解像度変換された複数のモデルが用いられるので、画像の解像度を容易に変換することが可能な解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することができる。

【 0 0 1 2 】

好ましくは、解像度の異なる複数のモデルを用意するステップは、複数の画像それぞれを解像度変換し、各解像度の画像について統計処理を施してモデルを生成するステップを有する。

【 0 0 1 3 】

この発明に従えば、解像度の異なる複数のモデルは、複数の画像それぞれを解像度変換し、各解像度の画像について統計処理を施して生成される。このため、複数の画像から生成された解像度の異なる複数のモデルが用いられるので、画像の解像度を容易に変換することが可能な解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することができる。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、画像生成ステップは、検出された解像度レベルよりも解像度の高いモデルで画像を生成する。

【 0 0 1 5 】

この発明に従えば、検出された解像度レベルよりも解像度の高いモデルで画像が生成されるので、解像度を高く変換する場合に画質を向上させることができる。

【 0 0 1 6 】

好ましくは、複数の画像は、人の顔の画像である。

この発明に従えば、複数の画像を人の顔の画像としたので、解像度が変換された顔画像の画質を向上させることができる。

【 0 0 1 7 】

好ましくは入力された画像から顔領域を抽出するステップと、入力された画像の解像度を変換するステップと、解像度変換された画像と生成ステップにより生成された画像とを合成するステップとをさらに含む。

【 0 0 1 8 】

この発明に従えば、入力された画像から顔領域が抽出され、入力された画像の解像度を変換される。そして、解像度変換された画像と生成ステップにより生成された画像とが構成される。このため、入力された画像に人の顔が含まれる場合

には、人の顔画像の画質を向上させることができる。

【 0 0 1 9 】

この発明の他の局面によれば、解像度変換装置は、解像度の異なる複数のモデルを用意する手段と、入力された画像を受信する受信手段と、入力された画像の解像度レベルを検出する検出手段と、入力された画像の特徴パラメータを取得するために検出された解像度レベルに応じたモデルに入力された画像を射影する射影手段と、特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルに取得された特徴パラメータを用いて画像を生成する画像生成手段とを含む。

【 0 0 2 0 】

この発明に従えば、解像度の異なる複数のモデルが用意される。入力された画像の解像度レベルに応じたモデルに入力された画像が射影されて入力された画像の特徴パラメータが取得される。そして、取得された特徴パラメータを用いて特徴パラメータの取得に用いられたモデルと異なるモデルで画像が生成される。このため、解像度が変換された画像の画質を向上させることが可能な解像度変換装置を提供することができる。

【 0 0 2 1 】

この発明のさらに他の局面によれば、複数の画像に統計処理を施して生成されたモデルを用いて解像度を変換する解像度変換方法であって、解像度の異なる複数のモデルを用意するステップと、入力された画像を受信するステップと、入力された画像の解像度レベルを検出するステップと、入力された画像の特徴パラメータを取得するために検出された解像度レベルに応じたモデルに入力された画像を射影するステップと、特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルで取得された特徴パラメータを用いて画像を生成するステップとを含む。

【 0 0 2 2 】

この発明に従えば、解像度の異なる複数のモデルが用意される。入力された画像の解像度レベルに応じたモデルに入力された画像が射影されて入力された画像の特徴パラメータが取得される。そして、取得された特徴パラメータを用いて特徴パラメータの取得に用いられたモデルと異なるモデルで画像が生成される。このため、解像度が変換された画像の画質を向上させることが可能な解像度変換方

法を提供することができる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図中同一符号は同一または相当する部材を示し、説明は繰返さない。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の実施の形態の 1 つにおける解像度変換装置のハード構成を示すブロック図である。図 1 を参照して、解像度変換装置は、制御部 1 0 0 と、人の顔の画像を入力するための画像入力部 1 0 1 と、装置の使用者がデータや種々の指示を入力するための操作部 1 0 2 と、制御部 1 0 0 で実行するプログラムの記録や制御部でプログラムを実行するために必要な情報等の記憶のための記憶部 1 0 3 と、画像を出力するための出力部 1 0 4 と、外部記憶装置 1 0 5 とを含む。

【 0 0 2 5 】

制御部 1 0 0 は、中央演算装置 (CPU) であり、解像度変換装置の全体を制御する。画像入力部 1 0 1 は、イメージスキャナであり、ライン型の CCD (Charge Coupled Device) センサを有し、顔が撮影された写真等を読み込み、2次元の顔画像データを出力する。なお、実際の人物の顔を撮影して2次元の画像を出力することができるデジタルカメラ等を用いることもできる。さらに、外部のイメージスキャナやデジタルカメラ等と接続するための入力端子であってもよい。

【 0 0 2 6 】

記憶部 1 0 3 は、制御部 1 0 0 で実行するためのプログラムを記憶する読出専用メモリ (ROM) と、制御部 1 0 0 でプログラムを実行するために必要な変数等を一時記憶するためのランダムアクセスメモリ (RAM) と、種々のデータを記憶するためのハードディスク等からなる。

【 0 0 2 7 】

出力部 1 0 4 は、画像入力部 1 0 1 で入力された画像、または、解像度変換処理などの画像処理された後の画像を表示するためのブラウン管または液晶表示装置などのディスプレイである。また、ディスプレイとともにプリンタを用いても

よい。操作部は、キーボードまたはマウス等のポインティングデバイスである。

【0028】

外部記憶装置105は、記録媒体106に記録された制御部100で実行するためのプログラムまたは2次元の顔画像データ等を読込むための光磁気ディスクドライブ、または、デジタルビデオディスクドライブなどである。また、制御部100で解像度変換処理を行なった後の顔画像等を書込むことができる。

【0029】

なお、記録媒体106としては、磁気テープやカセットテープなどのテープ系、磁気ディスク（フレキシブルディスク、ハードディスク）や光ディスク（CD-ROM/MO/MD/DVD等）などのディスク系、ICカード（メモリカードを含む）や光カードなどのカード系、あるいはマスクROM、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリなどの半導体メモリ等の固定的にプログラムを担持する媒体を用いることもできる。また、ネットワークからプログラムがダウンロードされるように、流動的にプログラムを担持する媒体であってもよい。外部記憶装置は、このような記録媒体106から情報を読み込みまたは書き込みできるように、記録媒体106に対応する。

【0030】

図2は、本実施の形態における解像度変換装置のモデル構成機能の概要を示す機能ブロック図である。解像度変換装置は、画像入力部で入力された画像の特徴データを元に主成分分析を行なうことにより求められた基底ベクトルで表わされるモデルを生成するためのモデル構成部115と、生成されたモデルを用いて解像度の異なるモデルを生成するための階層モデル生成部113とを含む。

【0031】

モデル構成部115で生成されたモデルは、基底に対応する固有ベクトルで定義される。このモデルを構成する基底に対応する固有ベクトルと、階層モデル生成部113で生成されたモデルを構成する基底に対応する固有ベクトルとは、記憶部103に記憶される。また、画像入力部101で入力され、モデルの生成に用いられた顔画像は、モデルにおける特徴パラメータとともに記憶部103に記憶される。

【 0 0 3 2 】

モデル構成部 1 1 5 は、画像入力部 1 0 1 で入力された複数の顔画像について、入力された画像の特徴データを用いて、主成分分析を行なう。特徴データは、たとえば、画素ごとの座標と画素値を含む。したがって、解像度が高ければ特徴データの数が多くなる。主成分分析の結果、求められる正規直交座標系をモデルとして記憶部 1 0 3 に記憶する。また、画像入力部 1 0 1 で入力された画像データと、それぞれの画像データに対応する特徴データおよびモデルにおける特徴パラメータとを対応付けて記憶部 1 0 3 に記憶する。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、本実施の形態における解像度変換装置で行なわれるモデル構成処理の流れを示すフローチャートである。図 3 を参照して、画像入力部 1 0 1 で基準顔画像が入力される（ステップ S 0 1）。ここで、基準顔画像とは、モデル構成部 1 1 5 でモデルを構成するために用いられる顔画像をいい、基準顔画像は複数ある。

【 0 0 3 4 】

そして、画像入力部 1 0 1 で入力された基準顔画像が正規化される（ステップ S 0 2）。正規化とは、入力された基準顔画像の大きさを所定の基準に合わせることをいう。具体的には、顔画像の両面の間隔を所定の値に合わせるにより行なわれる。ここでは、正規化は、基準顔画像の縮小のみが行なわれ、拡大することは行なわれない。より好ましくは、基準顔画像の解像度はすべて同じであることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

次に、画像入力部 1 0 1 で入力された基準画像について、各画素の座標と濃度値とが特徴データとして入力される（ステップ S 0 3）。

【 0 0 3 6 】

次のステップ S 0 4 では、他に入力すべき基準顔画像があるか否かが判断される。これは、使用者が操作部 1 0 2 より入力する信号をもとに判断される。他に入力する基準顔画像がある場合には、上述のステップ S 0 1 ～ S 0 3 の処理が新たに入力される基準顔画像について施される。他に入力されるべき基準顔画像

がない場合には、ステップ S 0 5 に進む。ステップ S 0 1 ～ステップ S 0 3 の処理を複数の基準顔画像に対して行うことで、複数の基準顔画像ごとに特徴データが入力される。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 0 5 では、画像入力部 1 0 1 で入力された基準顔画像のすべての特徴データに対して主成分分析が行われる。主成分分析は公知の統計的手法であるので、ここでは説明を省略する。ステップ S 0 5 で主成分が抽出されると、ステップ S 0 6 で寄与率の合計がしきい値 T よりも大きいか否かが判断される。したがって、寄与率の合計がしきい値 T より大きくなるまでステップ S 0 5 で主成分分析が繰返し行なわれる。

【 0 0 3 8 】

寄与率がしきい値 T より大きくなった場合には、ステップ S 0 7 で主成分を表わす基底に対応する固有ベクトルが記憶部 1 0 3 に記憶される。記憶部 1 0 3 に記憶される基底に対する固有ベクトルにより、モデルが構成される。

【 0 0 3 9 】

そして次のステップ S 0 9 では、ステップ S 0 1 で入力された基準顔画像についてモデルにおける特徴パラメータが求められ、基準顔画像と特徴パラメータとが対応付けられて記憶部 1 0 3 に記憶される。

【 0 0 4 0 】

このようにして、基準顔画像からモデルが生成され、モデルを生成するために用いられた基準顔画像とその特徴パラメータとを関連付けたデータを含む顔画像のデータベースが作成される。なお、基準顔画像は、すべて異なる人物の顔でもよく、同一人の顔画像であってもよい。同一人の顔画像の場合には、同一人の顔画像を表わす特徴パラメータのモデルにおける分布は、表情の違いにより、クラスタ状に近い範囲で分布することになる。

【 0 0 4 1 】

このように生成されたモデルについては、T.F. Cootes et al., "Active Appearance models", "In Burkhardt and Neumann, editors, Computer Vision-ECCV '98", Vol. II, Frieberg, Germany, 1999に記載されている。このコートら

が提案するアクティブ・アピアランス・モデル（AAM）は、入力された2次元の画像をモデルに射影することにより、入力された2次元の画像の特徴パラメータを求めることができる。より具体的には、入力画像と任意のモデルパラメータを用いてモデルで生成された推定モデルとの残差が求められる。求められた残差と、モデルパラメータの残差をなくすための変動量との関連を予め学習しておくことにより、高速に入力された画像に対する特徴パラメータを導出するものである。

【0042】

生成されたモデルを構成する基底それぞれに対する固有ベクトルは、入力された画像を解像度変換を行なうのと同様に、解像度変換を行なうことができる。モデルを構成する基底それぞれに対する固有ベクトルを解像度変換したものを、より解像度の低い低次元のモデルとして利用する。これをモデルの階層化という。

【0043】

画像の階層化では、一般的に画像にガウスフィルタを施した後、1画素ごとに間引きして縮小画像を生成し、これを所定回数繰返すことで、複数の階層の縮小画像が作成される。このようにして作成された複数の階層の縮小画像は、ガウシアンピラミッドと呼ばれる。

【0044】

図4は、ガウシアンピラミッドを模式的に示す図である。図4を参照して、レベル0、レベル1、レベル2およびレベル3の順に、画像の解像度が小さくなる。

【0045】

これに対してモデルの階層化は、次のようにして行なうことができる。主成分分析によって得られた基底と特徴パラメータと画像の関係は、式（1）で表わすことができる。この場合、基底に対する固有ベクトルを、画像の階層化の場合と同様に解像度変換することができる。

【0046】

画像の階層化と同様に、正規直交基底を構成する固有ベクトル0～nに対して、ガウスフィルタを施し、固有ベクトルの成分を間引きして階層化した正規直交

基底を作成する。この場合、固有ベクトルの成分が減少するが、固有ベクトルの数は変化しないので、それぞれの階層で共通の特徴パラメータを用いることができる。したがって、モデルを階層化することにより求められたそれぞれのモデルで共通の特徴パラメータを用いることができる。また、階層化されたそれぞれのモデルで同じ特徴パラメータを用いて画像を生成すれば、生成される画像自体は画像の階層化で生成されるガウシアンピラミッドを構成することになる。

【0047】

式(2)は、式(1)で表されたモデルを階層化することにより生成される解像度が $1/4$ に変換されたモデルの基底、特徴ベクトル、画像ベクトルとの関係を示す。

【0048】

式(2)と式(1)とを比較して明らかなように、特徴ベクトルの次元数に変化はない。これに対して、それぞれのモデルの基底に対する固有ベクトルの次元が、解像度変換後には、変換前の $1/4$ となっている。一方、固有ベクトルの数に変化はない。そして、画像ベクトルの次元が、変換前の $1/4$ 倍となっている。

【0049】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} g_0 \\ g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{00} & u_{10} & u_{20} & \cdots & u_{n0} \\ u_{01} & u_{11} & u_{21} & \cdots & u_{n1} \\ u_{02} & u_{12} & u_{22} & \cdots & u_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ u_{0m} & u_{1m} & u_{2m} & \cdots & u_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix} \quad \cdots (1)$$

画像	固有	固有	固有	固有	特徴
ベクトル	ベクトル0	ベクトル1	ベクトル2	ベクトルn	パラメータ

正規直交基底

$$\begin{pmatrix} g_0 \\ g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_{m/4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{00} & u_{10} & u_{20} & \cdots & u_{n0} \\ u_{01} & u_{11} & u_{21} & \cdots & u_{n1} \\ u_{02} & u_{12} & u_{22} & \cdots & u_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ u_{0m/4} & u_{1m/4} & u_{2m/4} & \cdots & u_{nm/4} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix} \quad \cdots (2)$$

【0050】

モデルの階層化については、他の方法が考えられる。まず、モデルを生成するための画像について、ガウシアンピラミッドを作成する画像の階層化を行なう。次に、作成されたガウシアンピラミッドの各階層ごとの画像群に対してそれぞれ主成分分析を行なってモデルを生成する。この方法で作成された階層化モデルでは、モデルの基底に対応する固有ベクトルは、同じ画像であっても階層ごとに異なる。このため、一つの画像についてすべての階層で共通の特徴パラメータを用いることはできない。これに対応するために、ある画像のある階層モデルでの特徴パラメータと別の階層での特徴パラメータとの関係を、予めニューラルネットなどを用いて学習しておくことにより、階層間を関連付ける必要がある。これにより、階層モデル間が関連付けられるので、一つの画像に対応する特徴パラメータを一つの階層モデルで求めることにより、その画像の他の階層モデルの特徴パラメータを求めることができる。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、本実施の形態における解像度変換装置の解像度変換機能の概要を示すブロック図である。解像度変換装置は、画像入力部 1 0 1 で入力された画像から顔が表された顔領域を抽出する顔領域抽出部 1 5 1 と、顔以外の背景が表された背景領域を線形補間または 3 次補間により補間して画像を拡大する画像拡大部 1 5 3 と、顔領域抽出部 1 5 1 で抽出された顔領域の画像を、記憶部 1 0 3 に記憶されたモデルに射影して特徴パラメータを導出するための特徴パラメータ導出部 1 5 5 と、記憶部 1 0 3 に記憶されている他のモデルに特徴パラメータ導出部 1 5 5 で求められた特徴パラメータを用いて画像を生成する画像生成部 1 5 7 と、画像生成部 1 5 7 で生成された画像と画像拡大部 1 5 3 で拡大された画像とを合成する画像合成部 1 5 9 と、合成された画像を出力するための出力部 1 0 4 とを含む。

【 0 0 5 2 】

記憶部 1 0 3 には、上述したモデル構成処理において生成されたモデルと、モデルの階層化により解像度変換された複数のモデルとが、階層化モデルとして記憶されている。

【 0 0 5 3 】

顔領域抽出部 1 5 1 は、画像入力部 1 0 1 で入力された画像から顔が表わされた顔領域を抽出し、顔領域の画像を特徴パラメータ導出部 1 5 5 に送信し、顔以外の背景領域の画像を画像拡大部 1 5 3 に送信する。

【 0 0 5 4 】

画像拡大部 1 5 3 では、顔領域抽出部 1 5 1 より受信した背景領域の画像を線形補間または 3 次補間することにより、背景領域の画像の解像度を変換する。ここでは、解像度を高くする画像拡大が行なわれる。特徴パラメータ導出部 1 5 5 では、顔領域抽出部 1 5 1 より受信した顔領域の画像の解像度に対応するモデルを、記憶部 1 0 3 に記憶されている階層化モデルの中から抽出し、抽出されたモデルに顔領域の画像を射影する。この射影は、上述した特徴パラメータの導出処理を用いて行なわれる。すなわち、顔領域の画像と、任意の特徴パラメータを用いてモデルで生成されるモデル画像との残差を求め、求められた残差に基づき特

徴パラメータの変動量を求め、求められた変動量に基づき顔領域の画像に対応する特徴パラメータを導出する。

【 0 0 5 5 】

画像生成部 1 5 7 では、記憶部 1 0 3 に記憶されている階層化モデルのうち、所望の解像度で表わされるモデルを抽出し、抽出されたモデルに特徴パラメータ導出部 1 5 5 で導出された特徴パラメータを用いて画像を生成する。画像生成部 1 5 7 で生成される顔画像の解像度と、画像拡大部 1 5 3 で拡大される背景領域の画像の解像度とは同じである。

【 0 0 5 6 】

画像合成部 1 5 9 は、画像生成部 1 5 7 で生成された顔領域の画像と画像拡大部 1 5 3 で拡大された背景領域の画像とを合成する。そして、合成された画像は出力部 1 0 4 に出力され、ディスプレイで表示またはプリンタで印刷される。

【 0 0 5 7 】

図 6 は、本実施の形態における解像度変換装置で行なわれる解像度変換処理を模式的に示した図である。図 6 を参照して、階層化モデルは、モデル 1 6 1、モデル 1 6 1 よりも解像度が高いモデル 1 6 2、モデル 1 6 2 よりも解像度が高いモデル 1 6 3 を含む。モデル 1 6 1 は解像度レベル 0 であり、モデル 1 6 2 は解像度レベル 1 であり、モデル 1 6 3 は解像度レベル 2 である。モデル 1 6 3 の解像度はモデル 1 6 2 の 4 倍であり、モデル 1 6 2 の解像度はモデル 1 6 1 の 4 倍である。この場合、モデル 1 6 3 が図 3 に示したモデル構成処理により生成される。そして、モデルの階層化は、モデル 1 6 3 を解像度変換することによりモデル 1 6 2 とモデル 1 6 1 とが求められる。

【 0 0 5 8 】

入力画像 1 6 5 について、入力画像 1 6 5 の解像度に対応するモデル 1 6 1 が抽出され、モデル 1 6 1 に入力画像 1 6 5 が射影される。この射影により特徴パラメータ 1 6 7 が求められる。そして、モデル 1 6 3 で求められた特徴パラメータ 1 6 7 を用いて画像を生成することにより、画像 1 6 9 が生成される。この結果、画像 1 6 9 の解像度は、入力画像 1 6 5 の 1 6 倍となる。また、モデル 1 6 2 で特徴パラメータ 1 6 7 を用いて生成される画像の解像度は、入力画像 1 6 5

の4倍となる。

【0059】

図7は、本実施の形態における解像度変換装置で行なわれる解像度変換処理の流れを示すフローチャートである。図7を参照して、解像度変換装置では、画像入力部101で画像が入力される（ステップS11）。そして、入力された画像は、顔領域抽出部151で顔領域の画像が抽出される（ステップS12）。

【0060】

顔領域の画像に対応する基準のモデルサイズが決定される（ステップS13）。モデルサイズとは、記憶部103に記憶されている階層化モデルのうち、顔領域の画像の解像度に対応するモデルの大きさをいう。階層化モデルは、上述したとおり解像度により階層化されている。階層化モデルのそれぞれのモデルの解像度と画像の解像度とが対応している。したがって、ステップS13では、顔領域の画像の解像度に基づき、顔領域の画像の解像度に対応するモデルが階層化モデルの中から決定される。顔領域の画像の解像度に対応するモデルは、顔領域の画像の解像度よりも解像度が小さく、最も近い解像度のモデルである。

【0061】

そしてステップS14では、顔画像のフィルタリングが行なわれる。ここでは、モデルと整合させるためにガウスフィルタリング処理が行なわれる。

【0062】

そして、特徴パラメータ導出部155において、ステップS13で決定されたモデルに顔領域の画像を射影することにより、特徴パラメータが導出される。

【0063】

ステップS16では、ステップS13で決定されたモデルよりも上位階層のモデルが画像生成部157により抽出され、画像が生成される。上位階層のモデルとは、解像度がより高いモデルをいう。ここで抽出される上位階層のモデルは、顔領域の画像を拡大する倍率により決定される。すなわち、解像度を2倍に変換する場合には、解像度が2倍のモデルが上位階層のモデルとして抽出される。そして抽出された上位階層のモデルにステップS15で導出された特徴パラメータを用いて画像が生成される。

【 0 0 6 4 】

次に、画像拡大部 1 5 3 により顔領域以外の背景領域の画像が線形補間または 3 次補間されることにより、解像度変換される（ステップ S 1 7）。ここでの解像度変換は、ステップ S 1 6 で上位階層のモデルの抽出の場合と同様に、顔領域の画像を拡大する倍率により決定される。したがって、顔領域の画像と背景領域の画像との解像度が同じとなる。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 8 では、ステップ S 1 6 で生成された顔領域の画像とステップ S 1 7 で解像度変換された背景領域の画像とが合成され、出力部 1 0 4 に出力される。

【 0 0 6 6 】

なお、本実施の形態においては、顔画像の解像度変換について説明したが、これに限定されるわけではなく、あらゆる被写体について適用することができる。

【 0 0 6 7 】

以上説明したとおり、本実施の形態における解像度変換装置においては、入力された画像を階層化されたモデルを使って拡大するので、ぼけのない画像を生成することができる。また、モデルを解像度ごとに階層化しておくことにより、すべての階層において特徴パラメータを共通に用いることができる。このため、1 つの画像に対していずれかのモデルで特徴パラメータを求めさえすれば、求められた特徴パラメータを他のモデルで共通に用いることができ、画像の解像度を容易に変換することができる。

【 0 0 6 8 】

また、本実施の形態における解像度変換装置で行なわれる処理は、プログラムで記述し、コンピュータでそのプログラムを実行させることにより、上述した解像度変換処理と同様の機能を実現することができる。

【 0 0 6 9 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更

が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施の形態の 1 つにおける解像度変換装置のハード構成を示すブロック図である。

【図 2】 本実施の形態における解像度変換装置のモデル構成機能の概要を示す機能ブロック図である。

【図 3】 本実施の形態における解像度変換装置で行なわれるモデル構成処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4】 ガウシアンピラミッドを模式的に示す図である。

【図 5】 本実施の形態における解像度変換装置の解像度変換機能の概要を示す機能ブロック図である。

【図 6】 本実施の形態における解像度変換装置の解像度変換処理を模式的に示した図である。

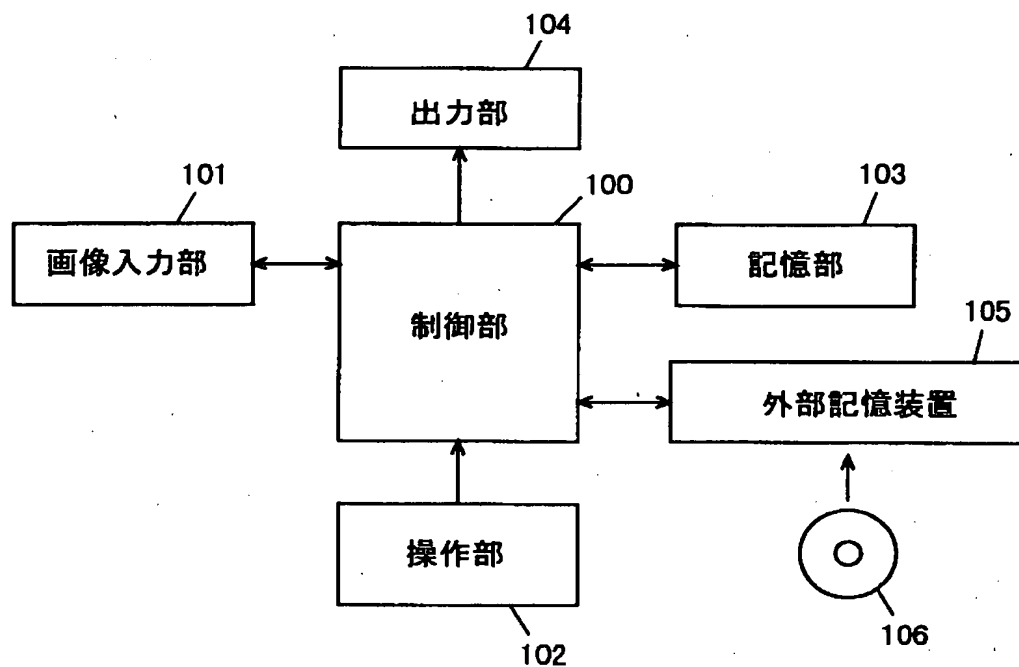
【図 7】 本実施の形態における解像度変換装置で行われる解像度変換処理の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

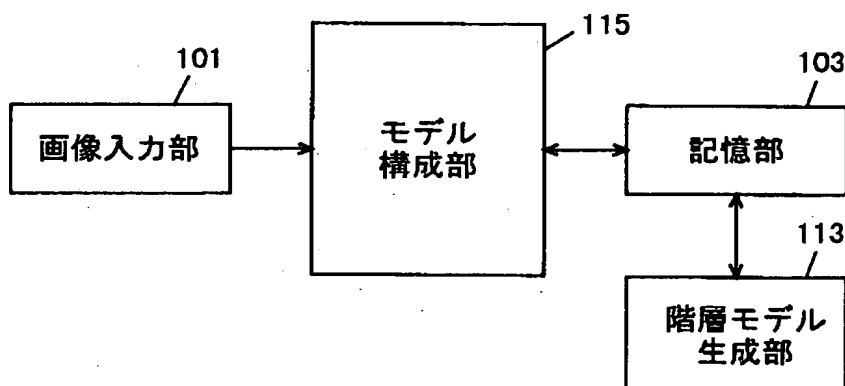
1 0 0 制御部、1 0 1 画像入力部、1 0 2 操作部、1 0 3 記憶部、1 0 4 出力部、1 0 5 外部記憶装置、1 0 6 記録媒体、1 1 3 階層モデル生成部、1 1 5 モデル構成部、1 5 1 顔領域抽出部、1 5 3 画像拡大部、1 5 5 特徴パラメータ導出部、1 5 7 画像生成部、1 5 9 画像合成部、1 6 1, 1 6 2, 1 6 3 モデル、1 6 5 入力画像、1 6 7 特徴パラメータ、1 6 9 画像。

【書類名】 図面

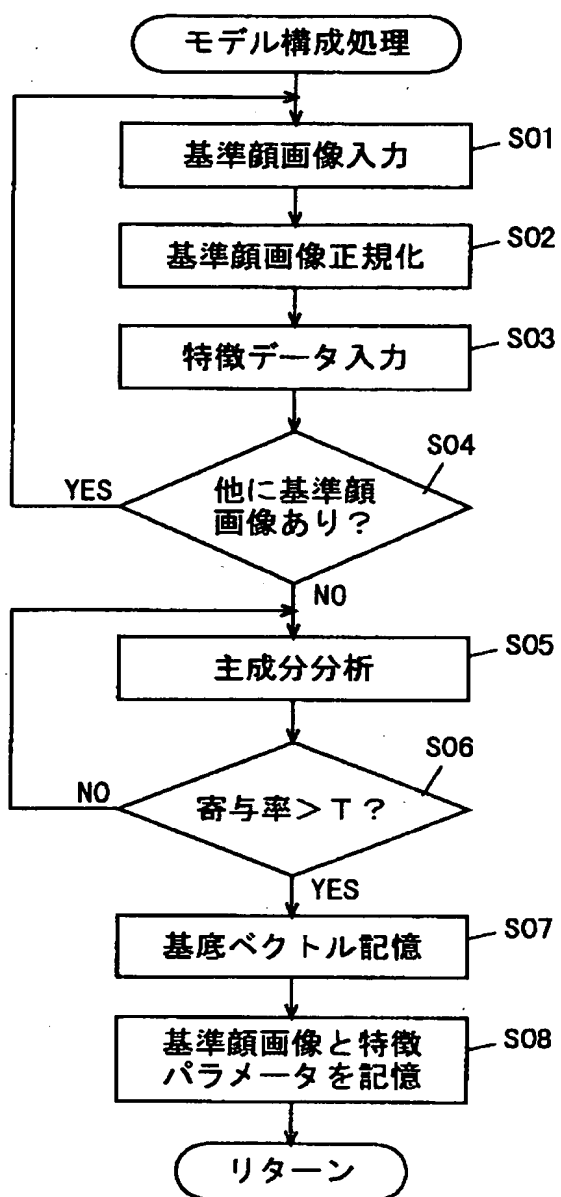
【図 1】



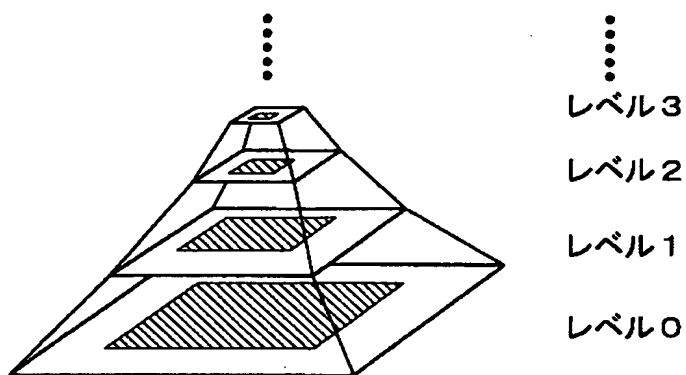
【図 2】



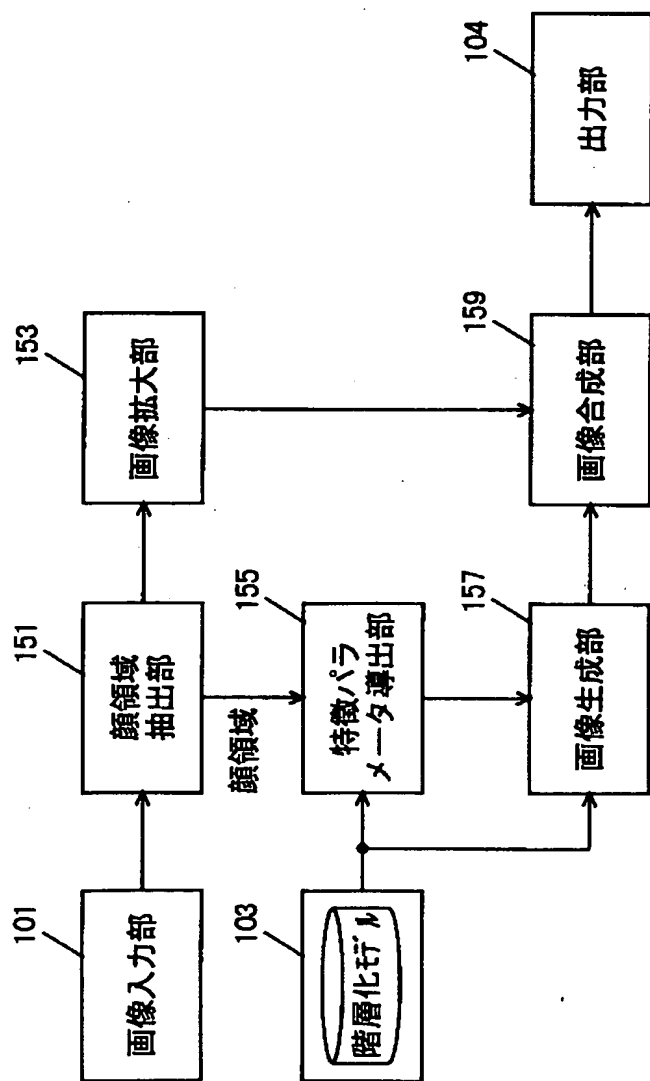
【図 3】



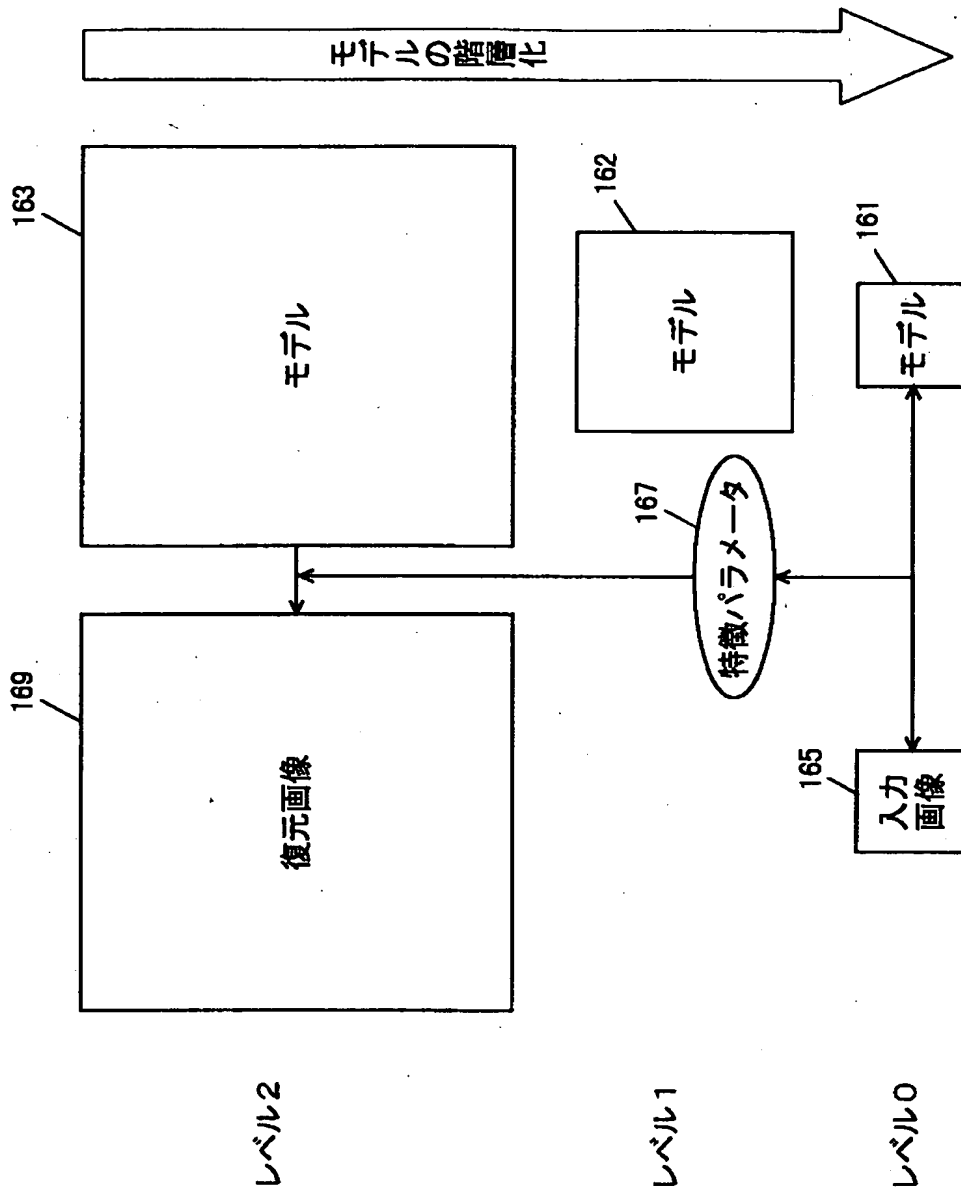
【図4】



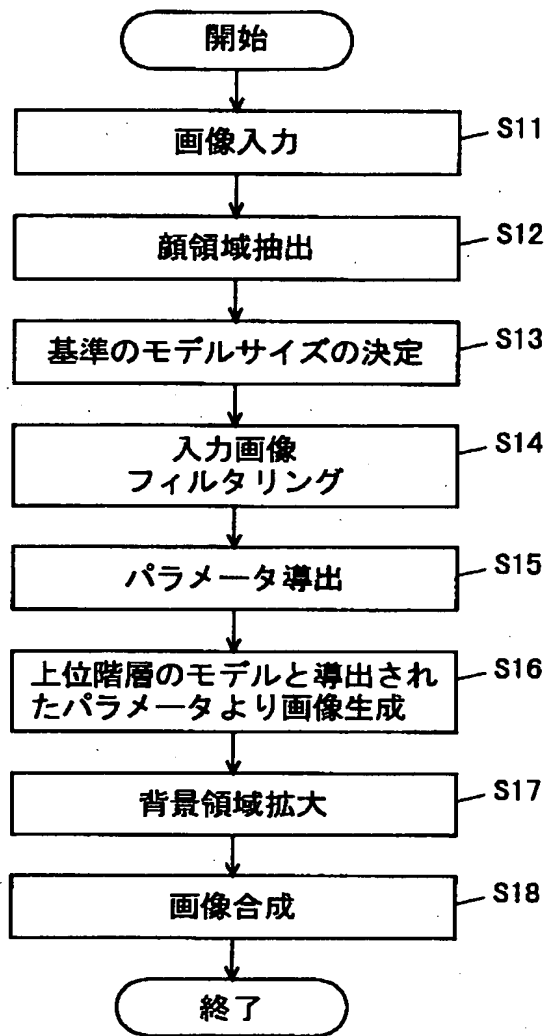
【図5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 解像度が変換された画像の画質を向上させること。

【解決手段】 複数の画像に主成分分析を施して生成されたモデルを用いて解像度を変換する解像度変換プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体は、解像度の異なる複数のモデルを用意するステップと、入力された画像を受信するステップ（S 1 1）と、入力された画像の解像度レベルを検出するステップ（S 1 3）と、入力された画像の特徴パラメータを取得するために検出された解像度レベルに応じたモデルに入力された画像を射影するステップ（S 1 5）と、特徴パラメータの取得に用いられたモデルとは異なるモデルに取得された特徴パラメータを用いて画像を生成するステップ（S 1 6）とをコンピュータに実行させる解像度変換プログラムを記録する。

【選択図】 図 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日	1994年 7月20日
[変更理由]	名称変更
住 所	大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名	ミノルタ株式会社